

SEMICONDUCTOR DEVICE

PUB. NO.: 62-287649 [JP 62287649 A]

PUBLISHED: December 14, 1987 (19871214)

INVENTOR(s): TAKAHASHI MASAOKI

SAWAHATA MAMORU

KURIHARA YASUTOSHI

INOUE KOICHI

YATSUNO KOMEI

APPLICANT(s): HITACHI LTD [000510] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)

APPL NO.: 61-130141 [JP 86130141]

FILED: June 06, 1986 (19860606)

INTL CLASS: [4] H01L-023/12; H01L-023/34

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS — Solid State Components)

JAPIO KEYWORD: R129 (ELECTRONIC MATERIALS — Super High Density Integrated
Circuits, LSI & GS)

JOURNAL: Section: E, Section No. 614, Vol. 12, No. 184, Pg. 86, May
28, 1988 (19880528)

ABSTRACT

PURPOSE: To bond ceramic without causing any damage to the ceramic to a metal substrate to be a heat sink by a method wherein the bonding between the heat sink material and the ceramic is accomplished by means of pressure welding.

CONSTITUTION: Ceramic 12 is covered by a metal frame 13. A soft metal buffer plate 11, made of Al or Cu foil or the like capable of deformation under thermal stress, is inserted between the ceramic 12 and a heat sink 10. The bonding of the ceramic 12 to the heat sink 10 is accomplished when ends 14 of the metal frame 13 are welded under pressure to the heat sink 10. In a structure of this design wherein pressure welding is effected, because there is no direct contact between the ceramic and the metal layer of a relatively large thermal expansion factor, the ceramic of a relatively small thermal expansion factor may easily be bonded to the heat sink material.

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-287649

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)12月14日

H 01 L 23/12
23/34J-7738-5F
A-6835-5F

審査請求 未請求 発明の数 2 (全4頁)

⑮ 発明の名称 半導体装置

⑯ 特 願 昭61-130141

⑰ 出 願 昭61(1986)6月6日

⑱ 発 明 者	高 橋	正 昭	日立市久慈町4026番地	株式会社日立製作所日立研究所内
⑱ 発 明 者	沢 晶	守	日立市久慈町4026番地	株式会社日立製作所日立研究所内
⑱ 発 明 者	栗 原	保 敏	日立市久慈町4026番地	株式会社日立製作所日立研究所内
⑱ 発 明 者	井 上	広 一	日立市久慈町4026番地	株式会社日立製作所日立研究所内
⑱ 発 明 者	八 野	耕 明	日立市久慈町4026番地	株式会社日立製作所日立研究所内
⑲ 出 願 人	株式会社日立製作所			東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
⑳ 代 理 人	弁理士 小川 勝男			外2名

明 細 書

1. 発明の名称

半導体装置

2. 特許請求の範囲

1. 半導体素子と金属からなるヒートシンク金属との間に高熱伝導性セラミックスを挿入して絶縁分離されている半導体装置において、前記セラミックス端部を金属フレームで囲い、該フレームを前記ヒートシンクに接続することにより前記セラミックスをヒートシンクに接続することを特徴とする半導体装置。
2. 半導体素子と金属からなるヒートシンクとの間に高熱伝導性セラミックスを挿入して絶縁分離されている半導体装置において、前記セラミックスとヒートシンクとの間に純銅又は純銅よりやわらかい金属箔を介在させ、前記セラミックス端部を金属フレームで囲い、該フレームを前記ヒートシンクに接続することにより前記セラミックスをヒートシンクに接続することを特徴とする半導体装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は新規な半導体装置に係り、特に半導体素子搭載用絶縁基板として熱膨張係数の低いSiCやAlNセラミックスを絶縁に使用した接続構造に関する。

〔従来の技術〕

従来のセラミックスと金属材料との接続は特開昭56-135948号等に記載されているようにセラミックス表面をMo、W、Ni、Mo-Mn合金のごとき金属を蒸着法やスクリーン印刷法によつて金属化したのち、ヒートシンクとなるべき金属材料の表面に半田や銀ロウ等のロウ材を介して接続する方法がとられている。しかし、SiCやAlN等熱膨張係数の低いセラミックスに於いては金属材料との整合性が悪く、ロウ付時の熱処理等によりセラミックス内部に残る応力によつて、その後の熱サイクル試験等信頼性試験でクラックが発生し、気密もれや絶縁抵抗の低下等問題が生じ悩んでいた。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記従来技術はSiCやAlNセラミックスの熱膨張係数に関しては充分な配慮がなされておらずセラミックスの破壊による絶縁不良あるいは気密もれなど半導体装置のパッケージ構成するに当り問題があった。

本発明の目的はSiCとAlN等低熱膨張のセラミックスを破壊することなく、異なる熱膨張係数をもつ材料、特にヒートシンクとなる金属材料に接続した半導体装置を提供するにある。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、半導体素子と金属からなるヒートシンク金属との間に高熱伝導性セラミックスを挿入して絶縁分離されている半導体装置において、前記セラミックス端部を金属フレームで覆い、該フレームを前記ヒートシンクに接続することにより前記セラミックスをヒートシンクに接続することを特徴とする半導体装置にある。

更に、本発明はセラミックスとヒートシンクとの間に純銅又は純銅より軟い金属箔を介在させる

AlN等のセラミックスを熱膨張係数の大きな金属材料に半田やAgロウで直接接続するがために残るストレスによつて発生するためである。

これに対して大型の電力用半導体装置に於いては一方の電極をシリコンと比較的熱膨張係数の近いMo、又はW等の極密板をロウ材によつて接続し主電極(Cu)との間は圧接によつて導通をとる方法が一般的に用いられている。

そこで発明者らは上記した目的を解決するため接続法に着目した。つまり、メタライズ層を形成したセラミックスと半導体素子との接続は従来法と同じく半田、ロウ材等を用いるが、セラミックスをヒートシンク等金属材料との接続は圧接構造にすることにした。

〔作用〕

SiCやAlN等のセラミックスの熱膨張係数は半導体装置の素子シリコンとはほぼ等しいためそれらの接続に関しては従来法がそのまま使用でき特に問題とはならない。

一方、SiCやAlN等のセラミックスとヒ-

こにある。

セラミックスとして、炭化ケイ素、窒化ケイ素、窒化アルミ等の室温で $0.05 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{sec}^\circ\text{C}$ 以上の熱伝導率を有し、室温の熱膨張係数が $5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下の焼結体が好ましい。特に、熱伝導率は $0.2 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{sec}^\circ\text{C}$ 以上のものが好ましい。また、アルミナ、ジコニア焼結体でもよい。特に、セラミックスとして厚さは $0.4 \sim 1 \text{ mm}$ が好ましく、 10 mm 角以上の大きさのものに対し本発明の効果が大きく現われる。従つて、特に $10 \sim 30 \text{ mm}$ 角に対し好ましい結果が得られる。

ヒートシンクとしては金属が好ましく、銅、アルミニウムが特に好ましく、板状又は放熱フィンチ、セラミックスとヒートシンクとの間に介在させる金属箔は純銅又はそれより軟い材料からなる。具体的には、Cu、Al、Sn、Pb、Au、Ag、Ni、Zn等が好ましく、 $0.01 \sim 0.5 \text{ mm}$ の厚さが好ましい。特に、 $0.1 \sim 0.2 \text{ mm}$ が好ましい。

上記した問題点は熱膨張係数の小さなSiC、

トシンク材、一般的にはCu系、Fe系の金属材料との接続を半田やAgロウを介して行なうとこれまでの Al_2O_3 とは異なり残留する応力によりクラックが発生する。この現象はセラミックスのサイズが大きいほど発生する割合が高く、又、熱サイクル試験等信頼性試験に於いてはクラックの発生が初期の段階に見られていた。そこで、ヒートシンク材とセラミックスの接続はロウ材等はいず圧接構造とすることにより、メタライズされたSiC又はAlNセラミックスとヒートシンク材の間にAlやCu箔等のやわからい金属材料を挿入し、セラミックス端部を覆うように構成されたフレーム自体をヒートシンクに接続することでセラミックスとヒートシンクとのより高い密着が得られる。この方法によれば例え金属材料の加熱され伸びてもセラミックスには影響を及ぼさずクラックも発生しない。一方、この方法によつてセラミックスとヒートシンク間の熱伝導率が若干低下するが、SiCやAlNセラミックス等は Al_2O_3 に対して4~8倍程高いためあまり問題とはなら

ない。

〔実施例〕

第1図は本発明の一実施例を示す半導体装置の断面図である。半導体チップ15がSiCやAlN等の焼結体12で絶縁分離された絶縁型半導体装置に於いて、セラミックス12とヒートシンク10内にAl、Cu箔等の熱応力によつて変形し緩和するやわらかい金属からなる緩衝板11を挿入し、セラミックス12とヒートシンク10との接合は金属フレーム13の端部14をパーカッション法、又は半田等によりヒートシンク10に接合させることによつて圧接固定される。半導体チップ15が搭載されるセラミックスの主表面には半田付可能なメタライズ層が形成されているが、本発明の場合、緩衝板11と接する裏面には半田付する必要はない。緩衝板11はAl、Cu箔の2者に特定されるものでなく、Al、半田箔等やわらかく良熱伝導体の全層箔であれば良い。一方、ヒートシンクの材料は半導体装置で一般的に用いられているCu、Fe、Al等のいずれでも良い。

のを製造した。

金属フレーム13は焼結体12の端部が金属フレームに2mmかかるように全周にわたつて接触するようになっており、0.1mm厚さで、セラミックス12と同じ大きさのAlからなる緩衝板11を介在させて若干加圧させた状態であろう等によつて接合される。従つて、セラミックス12はヒートシンク10に密着させることができ、放熱効果を向上させることができる。なお、金属フレーム13は焼結体の両端部でもよい。半導体素子12は、Au-Siろう、Au-Geろう、Au-Snはんだ、Pb-Snはんだ等によつて金属フレーム13の接合の前後のいずれにおいてもセラミックス上に接合できる。半導体素子15をSiCセラミックス12にはんだによつて接合する場合にはCrペーストによつてメタライズして反応層を形成した後、その反応層上にNi、Cuめつきを施し、はんだで接合する。また、Au系合金によつて接合する場合には10%以下のCdを含有させることによつて直接接合することがで

第2図は他のパワー半導体装置の例を示す断面図である。ヒートシンク10の凹部20を施し、これに緩衝板11、セラミックス12を落しこみ、フレームを接合することでセラミックスを圧接するよう構成されたものである。

凹部20はセラミックス12の位置決めが容易となり、その深さはセラミックスの位置決めができる程度でよい。

以上、本発明の実施例をパワー半導体装置（サイリスタ）の例で説明したが、半導体チップ以外の抵抗体やコンデンサ等他の電子部品を混載してなる半導体モジュールやハイブリットICあるいは高圧IC、LSI、VLSI、ECL等を搭載する基板として使用できる。

セラミックス12として使用したSiC又はAlN焼結体はいずれもBeO2重量%を含み、ホットプレス焼結によつて製造されたものであり、前者は室温で約0.7cal/cm²・sec・℃及び後者は0.3cal/cm²・sec・℃の熱伝導性を有する。これらの焼結体として、厚さ0.6mm、1.5mm角のも

きる。

第3図は本発明の他の一実施例を示すパワー半導体装置の断面図である。SiC、AlN前述の焼結体等セラミックスの主表面の金属フレーム13と接触する部分と裏面全体にAl等のやわらかい厚さ5~30μmの金属膜30を形成する。この金属膜30は裏面に施いてはセラミックス表面の熱を緩衝板11に効率良く伝えるためであり、緩衝板11と反応しないAl等が好的である。又、主表面の一部に施ける金属膜30は金属フレーム13とセラミックス12とが効果的に接触させるためのもので基本的には裏面のAlと同じで良いが、この外に主表面に形成するCu系、Au系のやわらかい金属であつても良い。

本発明の第2図に於ける緩衝板11を常温~50℃では固体でその後液体となる低融点金属を用いることによつても実施できる。この場合は半導体装置の動作時に於いては緩衝板11は液体となり、あたかも沸騰冷却構造と類似し、セラミックス上に搭載された発熱する半導体装置の熱をヒ

ートシンクに効率よく伝える媒体となり得る。

一方本発明を遂行する上で重要な緩衝板11はPb, Sn, In, Bi, Cd等の中から選ばれた金属で構成された低融点合金で液相点が65〜150℃の範囲内にあるものが好的である。具体的にはBi 42.5〜67重量%, Pb 17.2〜40.2重量%, Sn 0〜50重量%, In 0〜50重量%, Cd 0〜12.5重量% から選ばれた合金であれば良い。

以上説明したとき材料を用いて構成された絶縁基板を用いることによつて発熱する半導体装置を効果的に放熱できる。

〔発明の効果〕

本発明によればセラミックスと比較的熱膨張係数の大きな金属材料とを直接の接触をさせた圧接構造をとるため、比較的SiCやAlN等熱膨張係数の小さなセラミックスであつても容易に接触できることや大型セラミックスの使用が可能となる。このことは他数の電子部品が混装される半導体モジュールの熱放散に関する設計が容易になる

という効果もある。

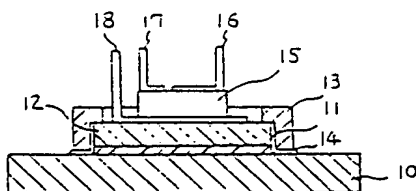
4. 図面の簡単な説明

第1図、第2図、第3図は本発明の一実施例を示すパワー半導体装置の縦断面図である。

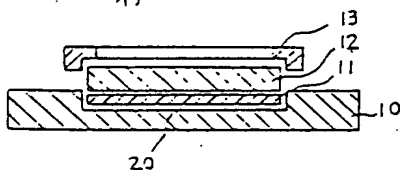
10…ヒートシンク、11…緩衝板、12…セラミックス、13…フレーム、14…端部(接合部)、15…半導体チップ、16…カソード端子、17…ゲート端子、18…アノード端子、20…凹部、30…金属膜。

代理人 井理士 小川勝男

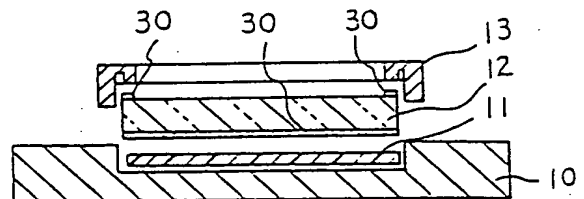
第1図



第2図



第3図



- 10…ヒートシンク
- 11…緩衝板
- 12…セラミックス
- 13…フレーム
- 14…端部(接合部)
- 15…半導体チップ
- 16…カソード端子
- 17…ゲート端子
- 18…アノード端子

THIS PAGE BLANK (USPTO)